

551, 471

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Oktober 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/090583 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G02B 1/04**,
G02F 1/361, G02B 6/16

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/002949

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2004 (20.03.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
103 16 414.6 10. April 2003 (10.04.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
GMBH** [DE/DE]; Weberstrasse 5, 76133 Karlsruhe (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HANEMANN,**
Thomas [DE/DE]; Brühlstrasse 39A, 76297 Stutensee
(DE). **BÖHM, Johannes** [DE/DE]; Silberhölle 60, 76646
Bruchsal (DE). **HAUSSELT, Jürgen** [DE/DE]; Mozart-
strasse 20, 76726 Germersheim (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **FORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE GMBH**; Stabsabteilung Marketing,
Patente und Lizenzen, Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.



WO 2004/090583 A1

(54) Title: FIBER OPTIC MATERIAL AND THE USE THEREOF

(54) Bezeichnung: LICHTLEITENDES MATERIAL UND DESSEN VERWENDUNG

(57) Abstract: The invention relates to a fiber optic material which comprises a polymer and at least one organic compound intro-
duced therein. Said organic compound is a condensed aromatic ring structure having two or more aromatic rings that are isocyclic or
heterocyclic, while every heteroatom is associated with exactly one ring if the ring is heterocyclic. The inventive fiber optic material
is preferably used as the core of an optical waveguide.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein lichtleitendes Material, enthaltend ein Polymer und mindestens eine hierin ein-
gebrachte organische Verbindung, die ein kondensiertes aromatisches Ringsystem darstellt, das zwei oder mehr aromatische Ringe
aufweist, die isozyklisch oder heterozyklisch sind, wobei im Falle eines heterozyklischen Ringes jedes Heteroatom genau einem
Ring zugeordnet ist. Das erfindungsgemässe lichtleitende Material findet bevorzugt Verwendung als Kern eines Lichtwellenleiters.

Lichtleitendes Material und dessen Verwendung

Die Erfindung betrifft ein lichtleitendes Material aus einem transparenten organischen Feststoff und dessen Verwendung in einem Lichtwellenleiter.

Ein Lichtwellenleiter besteht im Wesentlichen aus einem Kern aus einem lichtleitenden Material und einen ihn umgebenden Mantel. Dabei wird als Folge der Totalreflexion an der Grenzschicht zwischen Kern und Mantel Licht durch den Lichtwellenleiter geleitet. Totalreflexion tritt auf, solange der Brechungsindex des Kerns größer als der des Mantels ist. Zum Betrieb des Lichtwellenleiters wird auf der einen Seite des Lichtwellenleiters Licht in das darin befindliche lichtleitende Material eingekoppelt; auf der anderen Seite wird das durch das lichtleitende Material transmittierte Licht aus dem Lichtwellenleiter ausgekoppelt.

Herkömmliche Lichtwellenleiter bestehen aus Quarzglas oder aus Kunststoff (Polymer), deren Brechungsindizes Werte von 1,46 bzw. 1,50 aufweisen. Der Vorteil von Lichtwellenleitern aus Polymeren gegenüber solchen aus Glasfasern liegt neben den geringeren Herstellungskosten vor allem in der Biegefähigkeit der Polymer-Lichtwellenleiters.

Lichtwellenleiter können mit einer Reihe von bekannten Verfahren hergestellt werden. Beispielsweise ist aus der DE 41 24 176 A1 sowie aus M. Jöhnck, *Polyacrylate und Polylactone für Anwendungen in einmodigen, integriert optischen, passiven Wellenleitern*, Dissertation, Universität Dortmund, 2000, bekannt, dass sich Polymer-Lichtwellenleiter aus acrylatbasierten Polymeren herstellen lassen, wobei sich der Brechungsindex des Lichtwellenleiters aus der chemischen Synthese ergibt und damit für ein bestimmtes Material festliegt. Um den Brechungsindex zu variieren, muss ein neues Polymer verwendet werden, dessen Synthese im Allgemeinen sehr aufwändig ist.

Generell ist es wünschenswert, den Brechungsindex des Kerns durch

-2-

Zugabe eines geeigneten Materials zu erhöhen, um Totalreflexion über einen weiten Bereich zu erreichen. Vor allem in der Mikrooptik werden Polymere mit möglichst hohem Brechungsindex benötigt, um die Verluste (Fresnel-Verluste) beim Einkoppeln des Lichts in den Lichtwellenleiter zu verringern.

In W. Pfleging, J. Böhm, E. Gaganidze, Th. Hanemann, R. Heidinger, K. Litfin, *Direct laser-assisted processing of polymers for micro-fluidic and micro-optical applications*, Proc. SPIE Vol. 4977: *Photon Processing in Microelectronics and Photonics II in Laser Applications in Microelectronics and Optoelectronic Manufacturing VIII*, Photonics West Conference, 2003, wird hierzu vorgeschlagen, den Brechungsindex im Kern des Lichtwellenleiters dadurch zu erhöhen, dass nanoskalige anorganische keramische Füllstoffe in das flüssige Polymer eingebracht werden. Durch Optimierung der Dispersion dieser Füllstoffe lässt sich der Brechungsindex des Kerns leicht erhöhen bzw. absenken. Mit dem Dispergieren der Füllstoffe in das Reaktionsharz verschlechtern sich allerdings die Eigenschaften des Lichtwellenleiters signifikant: Mit steigendem Keramikanteil erhöht sich die Viskosität des Reaktionsharzes derart, dass die weitere Verarbeitung wie das Befüllen einer grabenartigen Struktur auf einem Substrat stark erschwert oder völlig unmöglich wird. Zusätzlich nimmt die optische Transmission durch den Lichtwellenleiter stark ab, d.h. die Dämpfung stark zu, was den Anwendungsbereich für derartige Lichtwellenleiter erheblich einschränkt.

Alternativ können transparente organische Füllstoffe in das flüssige Polymer eingebracht werden. Die DE 37 10 889 A1 offenbart Polymere, darunter Polymethylmethacrylat (PMMA), die nach Einlagerung von Komponenten mit dem Strukturelement eines Pyrrolo[1.2-b]azins als nichtlineare optische Materialien geeignet sind. Aus der EP 0 615 141 A1 sind Polymere wie z. B. PMMA als lichtleitendes Material bekannt, in die nicht-polymerisierende Komponenten wie Phthalsäureester oder Benzoessäureester zur Erzielung höherer Transparenz und zur Variation des Brechungsindex eingebracht wurden. Nachteilig hieran ist eine

- 3 -

Absenkung des Glaspunkts im Polymer und somit eine etwas geringere Temperaturbeständigkeit. Die mechanische Belastbarkeit wird ebenfalls etwas geringer.

Davon ausgehend ist es die Aufgabe der Erfindung, ein lichtleitendes Material, das die genannten Nachteile und Einschränkungen nicht aufweist und insbesondere bei unverringter Transmission und Viskosität einen einfach festzulegenden Brechungsindex besitzt, sowie dessen Verwendung anzugeben.

Diese Aufgabe wird in Bezug auf das lichtleitende Material durch die Merkmale des Anspruchs 1, in Bezug auf die Verwendung durch Anspruch 9 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Ein erfindungsgemäßes lichtleitendes Material basiert auf einem transparenten organischen Feststoff, der mindestens ein Polymer oder auch eine Mischung aus Polymeren und Monomeren enthält. Bevorzugt lassen sich hierfür Polymere wie Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Polyester bzw. Monomere wie Methylmethacrylat (MMA) einsetzen.

Die vorteilhaften Eigenschaften des erfindungsgemäßen lichtleitenden Materials werden dadurch erzielt, dass elektronenreiche organische Verbindungen in den zunächst ungefüllten organischen Feststoff (Polymer) eingebracht werden. Die Füllgrade reichen hierbei im Allgemeinen von 0-30 Prozent, können aber auch Werte bis zu 50% und darüber. Hierfür geeignete organische Verbindungen sind kondensierte aromatische Ringsysteme, worunter isozyklische Systeme aus mehr als einem Kohlenstoffring, deren einzelne Kohlenstoffringe gemeinsame Kohlenstoffatome aufweisen, verstanden werden. Hierzu gehören z. B. Phenanthren, Fluoren, Benz[a]anthracen, Triphenylen, Anthracen, 2,3-Benzanthracen oder 11H-Benzo[b]fluoren.

In einer alternativen Ausgestaltung werden in den kondensierten aromatischen Ringsystemen Kohlenstoffatome, die nur zu einem einzigen

- 4 -

Kohlenstoffringe gehören, durch Heteroatome ersetzt. Beispiele hierfür sind Benzo[h]chinolin, Phenantrolin oder Phenanthridin, in denen das Heteroatom ein Stickstoff-Atom ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung werden kondensierte aromatische Ringsysteme eingesetzt, die drei Ringe aufweisen wie zum Beispiel Phenanthren, Fluoren, Benzo[h]chinolin, Phenantrolin oder Phenanthridin. Ebenfalls geeignet sind kondensierte aromatische Ringsysteme mit vier Ringen wie zum Beispiel Benzanthrazene, 11H-Benzo[b]fluoren oder Triphenylen.

Besonders bevorzugt sind hierbei Ringsysteme, in denen die Ringe angular angeordnet sind. Die Definition von *angular* ergibt sich aus dem Unterschied zwischen Anthrazen und Phenanthren: Während in Anthrazen die drei Kohlenstoffringe in einer Linie liegen, bilden die Verbindungslinien der Mittelpunkte der Ringe im hierzu isomeren Phenanthren einen Winkel. Besonders bevorzugte Verbindungen mit angular angeordneten Kohlenstoffringen sind die isozyklischen Phenanthren, Fluoren und Benz[a]anthrazen. Der Grund für die besondere Eignung dieser Substanzklasse dürfte in der Ausbildung eines von Null verschiedenen Dipolmoments aufgrund der Anordnung der Kohlenstoff- bzw. Heteroatome liegen. Als Resultat zeigt sich eine besonders deutliche Erhöhung des Brechungsindex im lichtleitenden Material.

In einer alternativen Ausgestaltung werden heterozyklische kondensierte aromatische Ringsysteme eingesetzt, in denen jedes Heteroatom eindeutig einem Ring zugeordnet ist. Hierzu gehören insbesondere Benzo[h]chinolin, 1,10-Phenanthrolin, Phenanthridin und 1,7-Phenanthrolin. Auch in dieser Substanzklasse weisen die Verbindungen ein von Null verschiedenes Dipolmoment auf, und es liegt eine deutliche Erhöhung des Brechungsindex im lichtleitenden Material vor.

In einer weiteren Ausgestaltung werden kondensierte aromatische Ringsysteme eingesetzt, die aus zwei Ringen bestehen und die Stickstoff- und/oder Sauerstoff-Atome als Heteroatome aufweisen. Beispiele

- 5 -

hierfür sind 1,2-Benzioxazol und Benzofuran, die ebenfalls ein von Null verschiedenes Dipolmoment aufweisen und den Brechungsindex im lichtleitenden Material erhöhen.

Das erfindungsgemäße Material findet Verwendung als Kern von Lichtwellenleitern. In einer bevorzugten Ausführung liegen hierzu die Kerne der Lichtwellenleiter auf einem Substrat in Form einer gefüllten Grabenstruktur mit einer hierauf aufgebrachten Deckschicht vor. Erfindungsgemäße Lichtwellenleiter weisen einen optischen Brechungsindex des Kerns auf, der für eine Wellenlänge im Bereich von 200 nm bis 2000 nm, insbesondere von 300 nm bis 1900 nm, einstellbar ist.

Das erfindungsgemäße lichtleitende Material wird hergestellt, indem zunächst ein aushärtbares organisches Material bereitgestellt wird, in dem eine oder mehrere der genannten organischen Verbindungen gelöst werden. Abschließend wird das aushärtbare organische Material zusammen mit der oder den hierin gelösten organischen Verbindungen zu einem transparenten organischen Festkörper ausgehärtet. Als aushärtbares organisches Material wird bevorzugt eine Mischung aus einem Monomer und einem Polymer gewählt, die zusätzlich einen Photostarter zur Beschleunigung des lichtinduzierten Aushärtens (Polymerisation) sowie ein Trennmittel enthalten kann.

Die organische Verbindung wird vorzugsweise mittels einer Hochleistungsrührereinheit in das aushärtbare organische Material eingerührt und anschließend bevorzugt mit Ultraschall beaufschlagt.

Hierzu wird die vorliegende klare Flüssigkeit unter Lichtinduktion in einigen Minuten ausgehärtet oder direkt in vorgefertigte Gräben gefüllt. In einer alternativen Ausgestaltung werden zum Beispiel mittels einer Spritzgießanlage optische Mikrobauteile wie mikrooptische Bänke, Mach-Zehnder-Interferometer oder optische Komponenten wie Richtkoppler, Y-Koppler und andere abgeformt. In einer weiteren Ausgestaltung kann über das so genannte 2-Komponenten-

- 6 -

Spritzgiessen der mit den organischen Substanzen gefüllte polymere Wellenleiter in einem Arbeitsgang hergestellt werden.

Das Aushärten erfolgt entweder mittels Licht, das eine Wellenlänge im Bereich von 200 nm bis 1000 nm, besonders bevorzugt von 300 nm bis 800 nm, besitzt, bzw. über die Zufuhr von Wärme.

Die erfindungsgemäßen organischen Verbindungen lösen sich bevorzugt in niedrig viskosen Reaktionsharzen bis zu einer Konzentration von 30% und verändern den Brechungsindex des ausgehärteten Reaktionsharzes zum Teil signifikant, während dessen optische Transmission nahezu unbeeinflusst bleibt.

Mit der vorliegenden Erfindung wird eine neue Klasse von gefüllten Polymer-Lichtwellenleitern vorgeschlagen. Diese weist insbesondere die folgenden Vorteile auf:

- Der Brechungsindex von Kernen von Lichtwellenleitern lässt sich einfach variieren, insbesondere erhöhen.
- Die optischen Eigenschaften des ungefüllten Polymers, vor allem dessen Transmission und Viskosität, bleiben erhalten.
- Die Viskosität kann gegenüber unbehandelten Systemen sogar noch abgesenkt werden, was die Verarbeitbarkeit positiv beeinflusst.
- Bessere Ankopplung an andere lichtführende Bauteile mit hohem Brechungsindex.
- Einfache und kostengünstige Herstellung.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Gemäß Tabelle 1 wird jeweils in einen flüssigen Ansatz, der ein Polymer, gegebenenfalls ein Monomer, ein Trennmittel und einen Photostarter enthält, eine erfindungsgemäße organische Verbindung gegeben. Das Volumen des Ansatzes beträgt zwischen 10 ml und 250 ml. Mit einer Hochleistungsrührereinheit wird dieser Ansatz für 1 bis 5 Minuten bei einer Drehzahl von 10000 bis 25000 U/min gerührt und dann

- 7 -

für weitere 5 Minuten in ein Ultraschallbad gestellt. Die anschließend vorliegende klare Flüssigkeit wird dann als Plättchen 2 cm x 6 cm mit einer Dicke von 1 mm unter Lichtinduktion in einigen Minuten ausgehärtet oder direkt in vorgefertigte Gräben gefüllt.

Weiterhin kann Tabelle 1 der maximale Füllgrad der eingesetzten organischen Verbindung im genannten Polymer, die Transmission ohne Streulicht bei 1550 nm und, soweit bestimmt, der erzielte Brechungsindex bei 633 nm des lichtleitenden Materials als Kern eines Lichtwellenleiters entnommen werden.

Tabelle 1

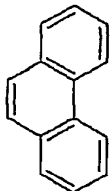
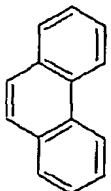
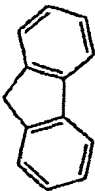
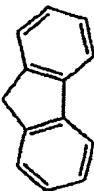
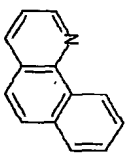
Nr.	Flüssiger Ansatz	Organische Verbindung	Struktur	Maximaler Füllgrad	Transmission (1550nm)	Brechungsindex (633nm)
1	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Phenanthren		30%	85%-90%	1,537
1a	Polyester, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 98:1:1	Phenanthren		20%	85%-90%	1,591
2	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Fluoren		20%	85%-90%	1,518
2a	Polyester, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 98:1:1	Fluoren		20%	85%-90%	1,587
3	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Benzo[h]chinolin		30%	85%-90%	1,547

Tabelle 1 (Fortsetzung)

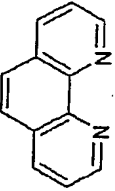
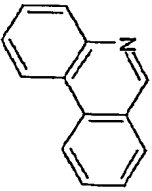
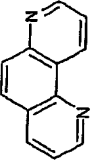
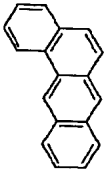
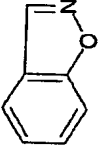
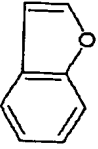
4	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	1,10-Phenanthrolin		10%	85%-90%	1,507
5	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Phenanthridin		10%	85%-90%	1,506
6	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	1,7-Phenanthrolin		5%	85%-90%	1,503
7	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Benz[a]anthrazen		5%	70%	1,502
8	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	1,2-Benzioxazol		10%	<70%	1,504
9	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Benzofuran		10%	<60%	1,500

Tabelle 1 (Fortsetzung)

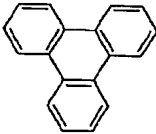
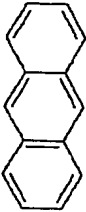
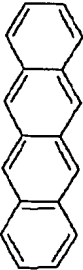
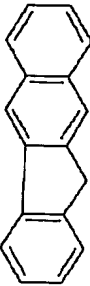
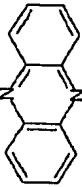
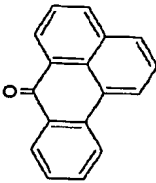
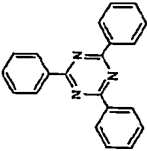
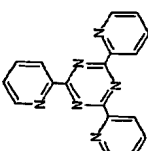
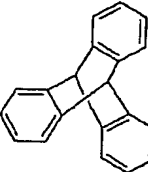
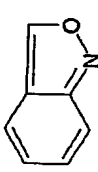
10	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Triphenylen		2,50%	<50%	1,499
11	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Anthrazen		2%	<50%	1,493
12	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	2,3-Benzanthrazen		5%	<30%	/
13	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	11H- Benzo[b]fluoren		5%	<30%	/
14	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Phenazin		1%	<10%	/
15	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Benzanthron		2%	<10%	/

Tabelle 1 (Fortsetzung)

16	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	2,4,6-Tri-(2-Pyridyl)- 1,3,5-triazin		5%	<10%	1,491
17	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	2,4,6-Triphenyl- 1,3,5-Triazin		5%	<10%	/
18	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	Triptyzen		10%	<10%	/
19	PMMA, MMA, Trennmittel, Photostarter im Gewichtsverhältnis 78:20:1:1	2,1-Benzisoxazol (Anthranil)		1%	<10%	/

Patentansprüche:

1. Lichtleitendes Material, enthaltend ein Polymer und mindestens eine hierin eingebrachte organische Verbindung, dadurch gekennzeichnet, dass die organische Verbindung ein kondensiertes aromatisches Ringsystem darstellt, das zwei oder mehr aromatische Ringe aufweist, die isozyklisch oder heterozyklisch sind, wobei im Falle eines heterozyklischen Ringes jedes Heteroatom genau einem Ring zugeordnet ist.
2. Lichtleitendes Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das kondensierte aromatische Ringsystem drei oder mehr Ringe aufweist.
3. Lichtleitendes Material nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringe des kondensierten aromatischen Ringsystems angular angeordnet sind.
4. Lichtleitendes Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Heteroatom Stickstoff ist.
5. Lichtleitendes Material nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das kondensierte aromatische Ringsystem Phenanthren, Fluoren, Benz[a]anthracen oder Triphenylen ist.
6. Lichtleitendes Material nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das kondensierte aromatische Ringsystem Benzo[h]chinolin, 1,10-Phenanthrolin, Phenanthridin oder 1,7-Phenantrolin ist.
7. Lichtleitendes Material nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das kondensierte aromatische Ringsystem 1,2-Benzioxazol oder Benzofuran ist.
8. Lichtleitendes Material nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch

gekennzeichnet, dass das kondensierte aromatische Ringsystem Anthrazen, 2,3-Benzanthrazen oder 11H-Benzo[b]fluoren ist.

9. Verwendung des lichtleitenden Materials gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 als Kern eines Lichtwellenleiters.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G02B1/04 G02F1/361 G02B6/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G02B G02F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 606 638 A (TYMIANSKI JACOB R ET AL) 25 February 1997 (1997-02-25) claims 1,4,13	1-3,5,9
X	WO 03/012500 A (MAXWELL IAN ANDREW ; REDFERN POLYMER OPTICS PTY LTD (AU)) 13 February 2003 (2003-02-13) claims 11,22-26	1-4,6,9
X	US 5 308 986 A (WALKER JAMES K) 3 May 1994 (1994-05-03) claims 1,13,25,26; example 1	1-3,5,9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0082, no. 08 (P-302), 21 September 1984 (1984-09-21) & JP 59 090805 A (NIHON ITA GLASS KK), 25 May 1984 (1984-05-25) abstract	1-3,5
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2004

Date of mailing of the international search report

27/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stabel, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/002949

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	& DATABASE WPI Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1984-167731 abstract	1-3,5,8
A	ADVANCED MATERIALS FOR OPTICS AND ELECTRONICS, vol. 10, 2000, pages 3-7, XP002288581 abstract	1-3,5,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002949

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5606638	A	25-02-1997	NONE	
WO 03012500	A	13-02-2003	WO 03012500 A1	13-02-2003
US 5308986	A	03-05-1994	EP 0606732 A1	20-07-1994
			JP 6317713 A	15-11-1994
			US 5420959 A	30-05-1995
JP 59090805	A	25-05-1984	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002949

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G02B1/04 G02F1/361 G02B6/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G02B G02F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, CHEM ABS Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 606 638 A (TYMIANSKI JACOB R ET AL) 25. Februar 1997 (1997-02-25) Ansprüche 1,4,13	1-3,5,9
X	WO 03/012500 A (MAXWELL IAN ANDREW ; REDFERN POLYMER OPTICS PTY LTD (AU)) 13. Februar 2003 (2003-02-13) Ansprüche 11,22-26	1-4,6,9
X	US 5 308 986 A (WALKER JAMES K) 3. Mai 1994 (1994-05-03) Ansprüche 1,13,25,26; Beispiel 1	1-3,5,9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0082, Nr. 08 (P-302), 21. September 1984 (1984-09-21) & JP 59 090805 A (NIHON ITA GLASS KK), 25. Mai 1984 (1984-05-25) Zusammenfassung	1-3,5
	---/---	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

16. Juli 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stabel, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002949

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	& DATABASE WPI Derwent Publications Ltd., London, GB; AN 1984-167731 Zusammenfassung	1-3,5,8
A	----- ADVANCED MATERIALS FOR OPTICS AND ELECTRONICS, Bd. 10, 2000, Seiten 3-7, XP002288581 Zusammenfassung -----	1-3,5,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002949

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5606638	A	25-02-1997	KEINE		
WO 03012500	A	13-02-2003	WO	03012500 A1	13-02-2003
US 5308986	A	03-05-1994	EP	0606732 A1	20-07-1994
			JP	6317713 A	15-11-1994
			US	5420959 A	30-05-1995
JP 59090805	A	25-05-1984	KEINE		